

Мехатронні системи і комп'ютерні технології

Фізика



УДК 538.956:544.25

ДІЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НЕМАТИЧНОГО РІДКОГО КРИСТАЛА З ДОМІШКАМИ НАНОЧАСТИНОК НІОБАТА ЛІТІЮ

Студ. Б.Г.Токарева гр. БШМК1-16

Науковий керівник проф. О.В. Ковальчук

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Метою роботи було дослідити вплив наночастинок ніобіта літію (LiNbO_3) на діелектричні властивості нематичного рідкого кристала 6СНВТ.

Для досягнення мети в роботі були поставлені та розв'язані наступні завдання: виготовити зразки з диспергованими у нематичному рідкому кристалі (РК) наночастинами ніобіта літію та дослідити вплив наночастинок на діелектричні властивості 6СНВТ.

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження були діелектричні властивості рідкого кристала 6СНВТ. Предмет дослідження – вплив наночастинок ніобіта літію на діелектричні властивості нематичного рідкого кристала 6СНВТ. Концентрація LiNbO_3 наночастинок складала 0,3 мас. %.

Методи та засоби дослідження. Морфологія отриманих структур досліджувалась за допомогою оптичного мікроскопа в поляризованому та не поляризованому світлі. Діелектричні властивості отриманих сандвіч-комірок досліджували в діапазоні частот $10\text{--}10^6$ Гц при температурі 293 К за допомогою осцилоскопічного методу [1]. Амплітуда вимірювального сигналу синусоїдальної форми складала 0,2 В. Приймаючи, що еквівалентною схемою вимірювальної комірки є паралельно з'єднані опір та конденсатор, визначали величини опору R та ємності C зразків при різних частотах і на основі цих величин та геометричних розмірів комірки визначали відповідно уявну (ϵ'') і дійсну (ϵ') компоненти комплексної діелектричної провідності. По величині опору R на ділянці частотної залежності де опір не залежав від частоти визначали електричну провідність рідкого кристала.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. У даній роботі було вперше досліджено і пояснено вплив наночастинок ніобіта літію на діелектричні властивості нематичного рідкого кристала 6СНВТ.

Результати дослідження. Дослідження морфології отриманих плівок у поляризованому світлі оптичного мікроскопа показали, що найбільш чітко можна розглянути агрегати наночастинок у неполяризованому світлі. Із аналізу отриманих світлин випливає, що наночастинки (правда у вигляді агрегатів) досить добре розпорошуються у РК. Агрегати LiNbO_3 наночастинок мали розміри порядку 200 нм і не набагато перевищували розміри самих наночастинок (90 нм). За формою агрегати наночастинок LiNbO_3 були близькі до сферичної форми.

Повторний (через два місяці) аналіз морфології зразків показав, що відчутних змін в розміщенні і формі частинок не відбувається. Тобто отримані зразки є стабільними в часі.

На рис.1а наведені спектри дійсної компоненти комплексної діелектричної проникності ϵ' для зразків: 6СНВТ(1) та 6СНВТ+0,3 wt % LiNbO_3 (2). Із аналізу цих даних випливає, що на ділянці частот $f < 10^2$ Гц для всіх зразків спостерігається дисперсія ϵ' за частотою вимірювального сигналу. Яке було показано в [2] причиною такої дисперсії є вплив приелектродних процесів. На рис.1б наведені спектри уявної компоненти комплексної діелектричної проникності ϵ'' для зразків: 6СНВТ(1) та 6СНВТ+0,3 мас. % LiNbO_3 .

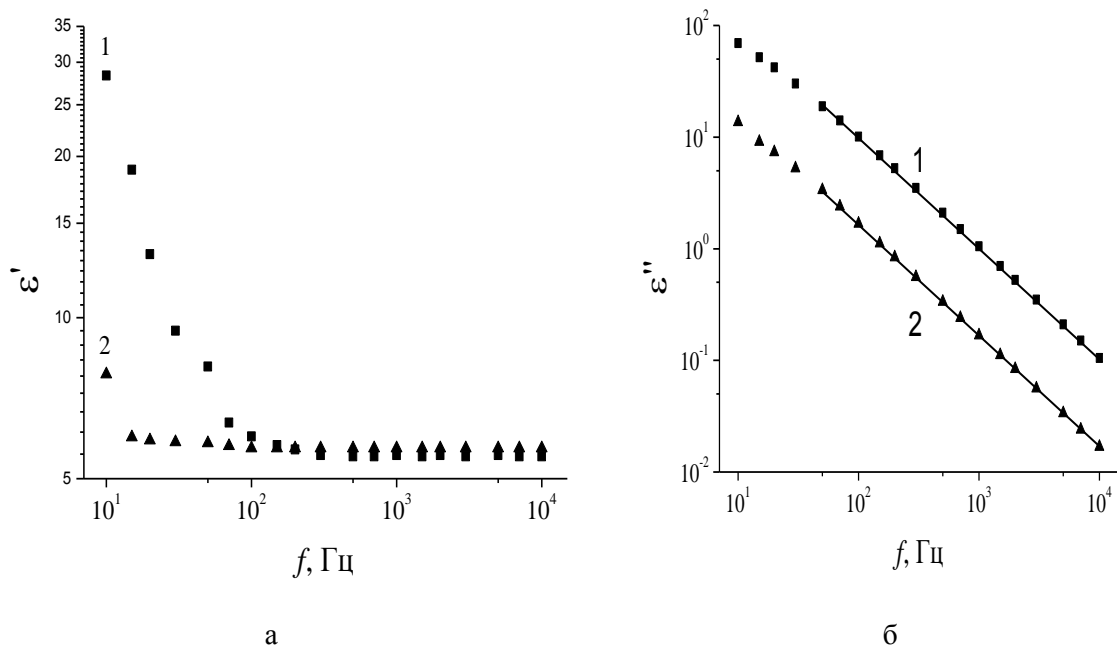


Рисунок 1 - Частотні залежності компонент комплексної діелектричної проникності ϵ' (а) та ϵ'' (б) для СНВТ (1) та СНВТ+0,3 мас.% LiNbO_3 .

Для всіх зразків спільним є те, що при частотах $f > 10^2$ Гц величина ϵ'' обернено пропорційна частоті (дані ділянки відмічені лініями). Така залежність відповідає випадку коли опір зразків не залежав від частоти. Саме на таких ділянках частотних залежностей ϵ'' визначалась величина провідності. Було отримано, що при введенні наночастинок електрична провідність зменшується від $5,0 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}^{-1} \text{ м}^{-1}$ (для чистого рідкого кристала) до $8,4 \cdot 10^{-9} \text{ Ом}^{-1} \text{ м}^{-1}$ (для СНВТ+0,3 мас.% LiNbO_3).

Висновки. Аналіз мікрофотографій показав, що наночастинок ніобіта літію порівняно добре розпорошуються у рідкому кристалі.

Показано, що провідність зразків зменшується при введенні наночастинок LiNbO_3 . Найбільші зміни (зменшення провідності у 6 разів) відбувались при введенні в 6СНВТ 0,3 мас. % LiNbO_3 . Зроблено висновок, що зменшення провідності 6СНВТ при введенні наночастинок зумовлено адсорбцією іонів, які забезпечують струм у рідкому кристалі, на поверхні наночастинок.

Ключові слова. Наночастинок, компоненти комплексної діелектричної проникності, рідкий кристал, електрична провідність.

ЛІТЕРАТУРА:

1. A.J. Twarowski, A.C. Albrecht, Depletion layer in organic films: Low frequency measurements in polycrystalline tetracene//J. Chem. Phys **70**(5), 2255-2326(1979).
2. A.V. Koval'chuk, Relaxation processes and charge transport across liquid crystal-electrode interface // J. Phys.: Condensed Matter **13**, 10333-10345(2001).